

# Antonio Angulo (1912)

## miembro de honor

Asociación de Ingenieros de Caminos

Laudatio: Jose M.<sup>a</sup> Goicolea

11 de abril de 2012

### 1. Introducción

Antonio Angulo Álvarez es un ingeniero de caminos excepcional, por muchos motivos. Por una parte, su experiencia vital en este año en que cumplirá el centenario le ha permitido ser testigo de España en la segunda república, la guerra civil, la postguerra y el Franquismo y por último la democracia. Ha trabajado y realizado aportaciones relevantes a nivel profesional en la construcción con hormigón armado, en las estructuras, en los ferrocarriles, líneas eléctricas, motores eléctricos y vibradores para hormigón y en otros sistemas basados en la vibración. Por último y de manera sorprendente para los que no conocen el entusiasmo y la capacidad de Antonio Angulo, ha realizado una intensa labor como piloto de avionetas y autogiros, creando y dinamizando la asociación Española de amigos del autogiro y reivindicando la creación del también ingeniero de caminos Juan de la Cierva. Por último es una persona entrañable que se ha granjeado la amistad y el cariño de sus estudiantes, de sus compañeros tanto en la profesión de ingeniero de caminos como en otras ramas en las que ha incursionado.

### 2. Estudios en la Escuela de Ingenieros de Caminos (1930–1935)

Antonio Angulo ingresa en 1930 en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, con sólo 18 años. Termina la carrera en 1935, obteniendo el premio Guerra y Rubio. Es de destacar que antes de terminar la carrera publica al menos cuatro artículos en la Revista de Obras Públicas, tres sobre cálculo de piezas de hormigón armado, entonces el material estructural de moda, y uno sobre medición de potencias.

En una faceta más heterodoxa de sus intereses asiste a varias conferencias y demostraciones del también ingeniero Juan de la Cierva que había cosechado un enorme éxito con la invención y explotación del autogiro y queda fascinado por la aeronáutica. Tanto que al desatarse la guerra en 1936 intenta apuntarse como piloto de aviación, siendo rechazado por la vista. En la figura 1 está retratado con el resto de compañeros de su promoción, apreciándose las conspicuas lentes que portaba.

Esta fotografía transmite, aun en la España tan atrasada tecnológicamente, revolucionada e inestable de 1935, el enorme empuje y determinación de este grupo de jóvenes profesionales. Resulta un ejemplo a emular para estos tiempos de crisis, en los que aplastados por el pinchazo de la *burbuja inmobiliaria* y la famosa *prima de riesgo* no nos vendría mal una dosis de optimismo como la que rezuma la imagen de este colectivo.



Figura 1: Promoción 1935, Escuela Especial de Ingenieros de Caminos

Una de las facetas que más ha cultivado Antonio Angulo ha sido el cariño y apoyo a sus compañeros ingenieros de caminos de profesión, manteniendo unida a su promoción, que le nombró *secretario honorífico* en 1970 dedicándole una entrañable placa (figura 2).



Figura 2: Bandeja de los compañeros, 1970

### 3. Cía de los Caminos de Hierro, RENFE, MOPU (1940–1982)

Una vez acabada la guerra, en 1940 comienza a trabajar en la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España, reconvertida en RENFE a partir de 1941, encargado de estudios y obras nuevas en el departamento de vía y obras. Desde este puesto desarrolló numerosos estudios y obras de reconstrucción con hormigón armado. También de esta época data el puente que proyectó y fue construido para la línea Madrid–Irún sobre el río Duero cerca de Valladolid (figura 3). Antonio Angulo no concede importancia a esta ejecución, en sus propias palabras



Figura 3: Puente para ferrocarril sobre el Duero, en Valladolid; celosías Warren y estribo

se limitó a aplicar las «*teorías de las vigas y estructuras*» que había aprendido en la escuela. Sin embargo hay bastantes aspectos que desmienten esto y debe de reconocerse su valor. Por una parte, Angulo ya había publicado al menos otros siete artículos en la Revista de Obras Públicas, lo que da a entender que su conocimiento de las estructuras iba más allá de los libros que había estudiado en la Escuela. Por otra parte, se trata de una estructura que sigue en pie y en funcionamiento más de setenta años después de su construcción. En la figura 4 se ve junto al nuevo puente para la vía de ancho internacional del ferrocarril de alta velocidad, estando el puente antiguo en la vía de ancho ibérico del ferrocarril convencional. El puente fue objeto de



Figura 4: Puente para ferrocarril sobre el Duero, en Valladolid (1941); junto al nuevo puente del AVE

una inspección y reparación de pequeños detalles y desperfectos propios de la edad en el año 2001, mostrándose en la figura 5 una imagen de las pruebas realizadas. En la actualidad sigue plenamente operativo, en la figura 6 se puede ver con pintura nueva y con los *encárriladores* propios de las líneas de tráfico de mercancías.

Al constituirse la RENFE pasó al departamento eléctrico, y fue en esta especialidad en la





Figura 5: Puente para ferrocarril sobre el Duero, en Valladolid; reparación en 2001



Figura 6: Puente para ferrocarril sobre el Duero, en Valladolid; arriostramientos y encarriladores

que desarrolló gran parte de su profesión a partir de entonces. Intervino en la electrificación de varias líneas (Madrid–Venta de Baños, Villalba–Medina del Campo, Venta de Baños–león, Palencia–Alar del rey y Valencia–Tarragona). Fue asesor de la Jefatura de servicios eléctricos del MOPU desarrollando un proyecto de línea de contacto para ferrocarriles y redactando el reglamento técnico para líneas eléctricas de alta tensión publicado en 1968.

A partir de 1968 en la Dirección General de Infraestructura del Transporte continuó trabajando en la oficina de supervisión de proyecto y en el estudio de pasos a nivel.

## 4. Motores y vibradores (1948–1990)

Después de la guerra en España había una gran carencia de medios técnicos y por el contrario una importante necesidad de construcción de nuevas infraestructuras. Una de las técnicas en las que había gran interés fue en las estructuras de hormigón armado y en los elementos prefabricados pretensados, ya fueran viguetas u otros elementos más importantes desde el punto de vista estructural. Una de las limitaciones que se encontraron los ingenieros fueron los medios de puesta en obra, para una adecuada compactación por vibración. Ante tales carencias, a partir de 1948 y fruto de sus investigaciones y conocimientos eléctricos y mecánicos, Antonio Angulo inventó, patentó, proyectó y construyó diversos modelos de equipos vibrantes (figura 7).



Figura 7: Patentes de motores y vibradores para hormigón, 1948

La primera realización surgió a partir de una obra de la compañía OMES para un puente sobre el Guadalquivir en el que pidieron la colaboración de Antonio Angulo, y que daría lugar a los primeros equipos de vibración para el hormigón armado in situ. Dada la penuria de motores y otros equipos existentes por aquel entonces en España Angulo desarrolló sus propios motores. Estas innovaciones dieron lugar al menos a siete patentes relacionadas con los vibradores, con los motores innovadores que proyectó, y con otros dispositivos vibradores para descarga de tolvas o transporte por vibración. Como curiosidad, mediante el transporte por vibración llegaba a mover los áridos a velocidades superiores a 1 m/s.

La labor de Antonio Angulo no se limitó a los proyectos sino que fabricó y comercializó los dispositivos de vibración, de los cuales llegó a vender unas 10 000 unidades entre los años

1948 y 1990. Fue asesor técnico de viguetas Castilla y de Francisco Fernández Conde que en la compañía IDEAM fue uno de los impulsores de la prefabricación y el pretensado en España.

En definitiva Antonio Angulo es un ejemplo de *«ingeniero inventor»*, perteneciendo desde 1948 al comité de *Inventiva* del Instituto de la Ingeniería de España, del que sigue formando parte como vocal.

## 5. Profesor en la escuela de Ingenieros de Caminos (1948–1982)

En el año 1948 comienza como profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, inicialmente en el laboratorio de electricidad (figura 8). Fue posteriormente encargado de cátedra y profesor adjunto, habiendo dejado una importante huella en sus alumnos que siempre le consideraron con gran cariño. Fruto de ello fue la placa que le dedicaron en su jubilación de la Escuela en 1982. Debe aclararse que este hecho es, desde mi conocimiento como profesor de la escuela, absolutamente singular, y evidencia el gran aprecio que le tenían los estudiantes.



Figura 8: En el laboratorio eléctrico de la escuela, 1948

En paralelo a las actividades profesionales reseñadas Antonio Angulo ha estado siempre preocupado por la investigación y por la publicación y transmisión de sus hallazgos y métodos innovadores. Como curiosidad, una de las investigaciones y desarrollos originales alcanzados por él fue el cálculo de las curvas de permeabilidad de la fundición maleable, aspecto como puede verse muy alejado de sus líneas profesionales principales. Posiblemente sea uno de los ingenieros de caminos que más artículos haya publicado en la Revista de Obras Públicas, al menos 35 artículos completos sobre los temas más variados. Es importante darse cuenta de la variedad de temas estudiados y abordados con éxito por Antonio Angulo, para lo que basta revisar el catálogo de la revista de Obras Públicas. Además de esto, tiene numerosos artículos en otras revistas como «Anales de mecánica y electricidad», «Cemento y Hormigón» (que le otorgó el premio al mejor artículo en 1944), «Ferrocarriles y Tranvías», «Las Ciencias», «Ingeniería y Territorio», tres libros etc. Los últimos artículos han sido publicados en 2007, ya con 95 años.

El reconocimiento profesional del Colegio de Ingenieros de Caminos, fruto de esta trayectoria tan variada, se plasmó en el año 1996 en que se le otorgó la medalla al mérito profesional (figura 9)





Figura 9: Medalla al mérito profesional del Colegio, 1996

## 6. Aeronáutica y autogiros (1980–2012)

Como se ha comentado antes Antonio Angulo sintió una afición intensa por el mundo de la aviación durante su época como alumno de la Escuela antes de la guerra. Una parte importante de esta atracción fue debida a la fascinación ejercida por la figura de Juan de la Cierva, ingeniero de caminos como él y que en su proyecto fin de carrera había desarrollado un avión polimotor, que posteriormente construyó y llegó a volar antes de estrellarse por impericia del piloto que solo conocía el mando de aviones con una hélice. Fruto de esta experiencia fue el desarrollo del autogiro, en el cual las palas que giran automáticamente (sin motor) por encima estabilizan el vuelo y lo dotan de una seguridad inherente. Los diversos modelos de autogiro desarrollados por de la Cierva incluyeron el mecanismo de *despegue «por salto»*, y muy especialmente en los últimos modelos las articulaciones de las palas rotatorias, que no están ligadas rígidamente al árbol rotor (figura 10). Es precisamente esta innovación la que resulta clave para permitir el funcionamiento de los helicópteros, según la patente desarrollada más adelante por Sikorsky, que siempre reconoció su inspiración en los modelos de de la Cierva. Bastantes años más tarde la oficina de patentes de los Estados Unidos reconocieron la base de la patente de de la Cierva en la del helicóptero, obligando al pago de una importante cantidad de Dólares a los herederos de de la Cierva. Si no hubiese sido por la muerte prematura de de la Cierva en 1936, ocurrida precisamente en un avión convencional (no autogiro) seguramente el papel de España en la aviación sería hoy día bien distinto.

Antonio Angulo, estudiante de segundo curso en 1932 se *coló* en un curso de aeronáutica en la escuela de caminos reservado a los alumnos de sexto curso donde ya tuvo oportunidad de conocer de primera mano el fascinante mundo de la aviación. Más adelante asistió a una famosa conferencia y proyección de una película por parte de Juan de la Cierva en 1935 en la sede del Instituto de Ingenieros Civiles. Como ha quedado dicho, su afición a volar quedó truncada por la guerra en 1936 y por su posterior y muy intensa carrera profesional.

Sin embargo, en 1980 y con 68 años de edad retomó su sueño de joven y se hizo piloto privado en el Aero Club de Ávila, en Sanchidrián. En sus propias palabras *«Disfruté mucho pilotando avionetas. Entre otros lugares destacados, sobrevolé los Picos de Europa, el Pico Almanzor, el nacimiento del río Tajo, las Lagunas de Ruidera, las hoces del Duratón.»* Pero quedaba una deuda por saldar con de la Cierva. En 1988 el Colegio le propuso organizar una exposición y homenaje a Juan de la Cierva, en su ciudad natal de Murcia (figura 11).

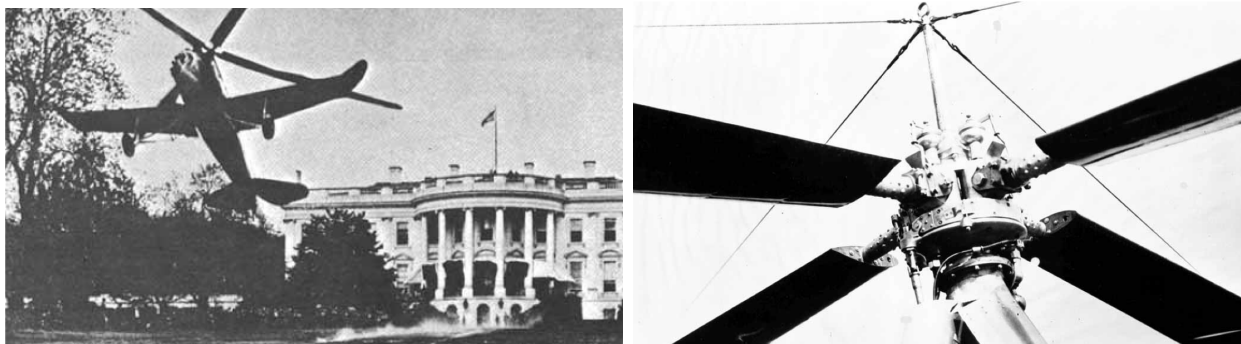


Figura 10: Autogiro de de la Cierva aterrizando en la Casa Blanca (izqda) y detalle de la articulación de las aspas en el rotor perfeccionado (dcha)



Figura 11: Exposición sobre Juan de La Cierva en Murcia, 1988, explicando el autogiro al Príncipe Felipe cadete de aviación

Con posterioridad dedicó parte importante de su estudio a la técnica del autogiro, en la que ha publicado una docena de artículos, la mayor parte en la revista «Rotorcraft», y el último en la Revista de Obras Públicas en 2005.

Pero la infatigable actividad de Antonio Angulo no podría haberse dedicado, ni siquiera con 70, 80 o incluso más de 90 años, únicamente al estudio. Por una parte siguió volando activamente en avionetas (figura 12). Pero adicionalmente entró en contacto con el «Gyroclub de la Cierva», y creó la «Asociación Española de Amigos del Autogiro». Antonio Angulo sigue siendo en la actualidad el presidente y el gran animador de dicha asociación que cuenta con 180 socios. Sigue escribiendo la circulares de la asociación, que ya van por la número 38, y mantiene una activa página web <http://www.amigosdelautogiro.org>. Toda la actividad de redacción, impresión y distribución la realiza (y costea) Antonio Angulo «voluntaria y gustosamente». En esta labor ha popularizado en gran medida el uso, fabricación y pilotaje de los autogiros en España y en el extranjero.

Evidentemente Antonio Angulo no se podía estar quieto y ha seguido volando en autogiros bien pasados los 90 años. En la figura 13 se le puede ver volando en 2006 a la nada despreciable edad de 94 años. En reconocimiento a esta actividad deportiva, la Federación Aérea Madrileña le otorgó la distinción de «mejor deportista 2005» (figura 14), ya que fue en dicho año uno de los que más kilómetros de vuelo hizo.





Figura 12: Volando en 1999 (87 años)



Figura 13: Volando en autogiro en 2006 (94 años)

Pero en estos últimos años la actividad de Antonio Angulo no se ha limitado a la aviación y los autogiros. También ha abordado proyectos nuevos, como la resolución de la ecuación del tiempo y la construcción de un reloj de sol universal (figura 15).

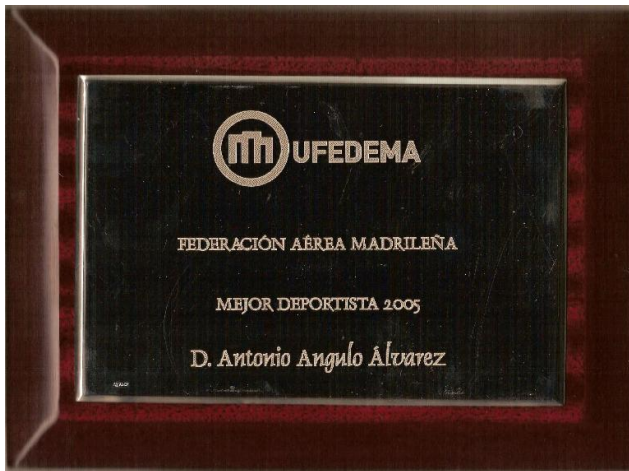


Figura 14: Premio al mejor deportista 2005



Figura 15: Reloj universal, 2000 (88 años)

## 7. Observaciones finales

Como resumen de la trayectoria muy brevemente esbozada arriba, Antonio Angulo puede considerarse como un ejemplo para los ingenieros de caminos que hemos venido después por múltiples motivos: por su entusiasmo y dedicación en todo lo emprendido; por su capacidad y dedicación a resolver, proyectar y construir; por su inventiva, creatividad y curiosidad en los ámbitos más diversos; por ser un hombre de acción, al cual ni las adversidades ni la edad le han impedido trabajar al nivel de excelencia que le ha caracterizado.

Y muy especialmente, es un ejemplo para todos nosotros por su compañerismo y ayuda altruista a sus amigos, colegas o estudiantes.

Gracias Antonio por darnos este ejemplo, nos sentimos muy honrados de contar contigo como miembro de honor de la Asociación de Ingenieros de Caminos.